

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4898531号
(P4898531)

(45) 発行日 平成24年3月14日 (2012. 3. 14)

(24) 登録日 平成24年1月6日 (2012. 1. 6)

(51) Int. Cl.

F I

G O 6 T 7/60 (2006. 01)
 G O 6 T 1/00 (2006. 01)
 H O 4 N 5/232 (2006. 01)
 G O 6 F 17/30 (2006. 01)

G O 6 T 7/60 2 5 0 A
 G O 6 T 1/00 5 0 0 A
 H O 4 N 5/232 Z
 G O 6 F 17/30 1 7 0 B

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-105250 (P2007-105250)
 (22) 出願日 平成19年4月12日 (2007. 4. 12)
 (65) 公開番号 特開2008-262424 (P2008-262424A)
 (43) 公開日 平成20年10月30日 (2008. 10. 30)
 審査請求日 平成22年4月12日 (2010. 4. 12)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (72) 発明者 池田 和世
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及びその制御方法、並びにコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を複数のイメージブロックへ分割する分割手段と、
 前記分割手段で得られたイメージブロックを分割して2次元に配列された所定数の区画
 を取得する取得手段と、

前記取得手段で取得した前記所定数の前記区画の輝度情報に基づいて前記イメージブ
 ックの画像のエッジ方向を判定する第1判定手段と、

前記第1判定手段でエッジ方向を判定できなかった場合に、前記イメージブロックにお
 ける区画の生成の仕方を変更することにより、前記所定数の変更された区画を生成する生
 成手段と、

前記生成手段で生成した前記所定数の前記変更された区画の輝度情報に基づいてエッジ
 方向を判定し、該判定したエッジ方向を前記イメージブロックの画像のエッジ方向とする
 第2判定手段と、

前記第1判定手段または前記第2判定手段の判定結果にしたがって前記イメージブロッ
 クのエッジ方向を決定する決定手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記生成手段は、前記イメージブロックの大きさを変更し、大きさが変更されたイメ
 ージブロックを前記所定数の区画に分割することにより前記所定数の前記変更された区画を
 生成することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記生成手段は、前記イメージブロックを前記所定数の区画へ分割する際に、前記イメージブロックの縦方向と横方向の分割の比率を変更することにより、前記所定数の前記変更された区画を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 判定手段でエッジ方向を判定できなかった場合に、前記イメージブロック内の全画像の輝度ヒストグラムに基づいて前記イメージブロックにおけるエッジの存在の可能性を判定する第 3 判定手段と、

前記第 3 判定手段で前記イメージブロックにエッジの存在する可能性があるとして判定された場合に、前記生成手段と前記第 2 判定手段による処理を実行させる制御手段とを更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記分割手段は、入力された画像を複数のサブイメージへ分割し、更に前記複数のサブイメージの各々を分割して前記複数のイメージブロックを取得し、

前記複数のサブイメージの各々について、前記決定手段によって決定された各イメージブロックのエッジ方向のヒストグラムを生成して、前記入力された画像の特徴量とする特徴量生成手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

画像処理装置の制御方法であって、

分割手段が、画像を複数のイメージブロックへ分割する分割工程と、

20

取得手段が、前記分割工程で得られたイメージブロックを分割して 2 次元的に配列された所定数の区画を取得する取得工程と、

第 1 判定手段が、前記取得工程で取得した前記所定数の前記区画の輝度情報に基づいて前記イメージブロックの画像のエッジ方向を判定する第 1 判定工程と、

生成手段が、前記第 1 判定工程でエッジ方向を判定できなかった場合に、前記イメージブロックにおける区画の生成の仕方を変更することにより、前記所定数の変更された区画を生成する生成工程と、

第 2 判定手段が、前記生成工程で生成した前記所定数の前記変更された区画の輝度情報に基づいてエッジ方向を判定し、該判定したエッジ方向を前記イメージブロックの画像のエッジ方向とする第 2 判定工程と、

30

決定手段が、前記第 1 判定工程または前記第 2 判定工程の判定結果にしたがって前記イメージブロックのエッジ方向を決定する決定工程とを有することを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項 7】

前記生成工程では、前記イメージブロックの大きさを変更し、大きさが変更されたイメージブロックを前記所定数の区画に分割することにより前記所定数の前記変更された区画を生成することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置の制御方法。

【請求項 8】

前記生成工程では、前記イメージブロックを前記所定数の区画へ分割する際に、前記イメージブロックの縦方向と横方向の分割の比率を変更することにより、前記所定数の前記変更された区画を生成することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置の制御方法。

40

【請求項 9】

前記第 1 判定工程でエッジ方向を判定できなかった場合に、第 3 判定手段が、前記イメージブロック内の全画像の輝度ヒストグラムに基づいて前記イメージブロックにおけるエッジの存在の可能性を判定する第 3 判定工程と、

制御手段が、前記第 3 判定工程で前記イメージブロックにエッジの存在する可能性があるとして判定された場合に、前記生成工程と前記第 2 判定工程による処理を実行させる制御工程とを更に備えることを特徴とする請求項 6 乃至 8 の何れか 1 項に記載の画像処理装置の制御方法。

【請求項 10】

50

前記分割工程では、入力された画像を複数のサブイメージへ分割し、更に前記複数のサブイメージの各々を分割して前記複数のイメージブロックを取得し、

特徴量生成手段が、前記複数のサブイメージの各々について、前記決定工程によって決定された各イメージブロックのエッジ方向のヒストグラムを生成して、前記入力された画像の特徴量とする特徴量生成工程を更に有することを特徴とする請求項6乃至9の何れか1項に記載の画像処理装置の制御方法。

【請求項11】

画像を複数のサブイメージへ分割し、各サブイメージを複数のイメージブロックへ分割する分割手段と、

前記分割手段で得られたイメージブロックを分割して2次元に配列された所定数の区画からなる区画集合を取得する取得手段と、

前記取得手段で取得した前記複数の区画集合のそれぞれについて、区画の輝度情報に基づいてエッジ方向を判定することにより、各サブイメージについてエッジ方向のヒストグラムを生成する判定手段と、

前記分割手段による前記サブイメージの分割の仕方を変えて異なるサイズの複数のイメージブロックを生成させ、前記判定手段にエッジ方向のヒストグラムを生成させることにより、複数のヒストグラムを生成する生成手段と、

前記生成手段により生成された複数のヒストグラムのうち、最も度数の大きいヒストグラムを対応するサブイメージのエッジヒストグラムとする決定手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項12】

画像処理装置の制御方法であって、

分割手段が、画像を複数のサブイメージへ分割し、各サブイメージを複数のイメージブロックへ分割する分割工程と、

取得手段が、前記分割工程で得られたイメージブロックを分割して2次元に配列された所定数の区画からなる区画集合を取得する取得工程と、

判定手段が、前記取得工程で取得された前記複数の区画集合のそれぞれについて、区画の輝度情報に基づいてエッジ方向を判定することにより、各サブイメージについてエッジ方向のヒストグラムを生成する判定工程と、

生成手段が、前記サブイメージの分割の仕方を変えて異なるサイズの複数のイメージブロックを前記分割工程に生成させ、前記判定工程にエッジ方向のヒストグラムを生成させることにより、複数のヒストグラムを生成する生成工程と、

決定手段が、前記生成工程で生成された複数のヒストグラムのうち、最も度数の大きいヒストグラムを対応するサブイメージのエッジヒストグラムとする決定工程とを有することを特徴とする画像処理装置の制御方法。

【請求項13】

コンピュータに、請求項6乃至10, 12のいずれか1項に記載の画像処理装置の制御方法の各工程を実行させるコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像からエッジ特徴を抽出する画像処理装置、その制御方法、コンピュータプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、エッジ特徴を用いた様々な画像検索方法や認識方法が提案されている。エッジの抽出方法としては、画素ごとに、周囲の画素を含めた範囲に対して、微分フィルタを用いて演算を行う方法が一般的である。フィルタとしては、Prewittフィルタ、Sobelフィルタ、Robinsonフィルタ、Kirishフィルタなどがある。エッジ特徴を画像検索などに用いる場合には、多くの場合、画像の部分領域におけるエッジの分布を特徴量とする。

【 0 0 0 3 】

また、非特許文献 1 のエッジヒストグラムでは、Sobel フィルタなどを用いる方法と比べて、より少ない計算コストでエッジ分布を得るのに必要なエッジ抽出方法を用いている。以下、非特許文献 1 に記載されたエッジ抽出方法について説明する。

【 0 0 0 4 】

まず、図 1 2 に示したように入力画像 1 0 を 4×4 のサブイメージ 1 1 (sub-image) に分割する。それぞれのサブイメージを更に所定数に近くなるように正方形のイメージブロック 1 2 (image-block) に分割する。次に、イメージブロックを更に $4 (2 \times 2)$ つの区画 1 3 に分割し、それぞれの区画に対して平均輝度 $a(0) \sim a(3)$ を求める。次に、図 1 3 に示した 4 つの方向、(a) 垂直方向、(b) 水平方向、(c) 4 5 度方向、(d) 1 3 5 度方向、(e) 無方向に対応するフィルタを用いて、それぞれのエッジ強度 m_v 、 m_h 、 m_{d45} 、 m_{d135} 、 m_{nd} を計算する。例えば、 m_v は、イメージブロック 1 2 の 4 分割された各区画の平均輝度を $a(n)$ と表現すると次式のようになる (なお、 $n = 0 \sim 3$ であり、4 分割された各区画に付加した番号を示している。

$$m_v = | 1 \times a(0) + (-1) \times a(1) + 1 \times a(2) + (-1) \times a(3) | \quad \dots (1)$$

【 0 0 0 5 】

そして、エッジ強度 m_v 、 m_h 、 m_{d45} 、 m_{d135} 、 m_{nd} 中の最大値が、所定の閾値 A 以上のとき、その最大値の方向が当該イメージブロックのエッジの方向であると判定する。閾値 A は、エッジが存在しているとみなせる強度の下限値である。サブイメージ 1 1 に含まれる各イメージブロック 1 2 の方向をカウントすることで、エッジヒストグラム E_{ij} が計算される。なお、 $i = 0 \sim 4$ は図 1 3 の (a) \sim (e) に示される各フィルタに対応し、 $j = 0 \sim 15$ は各サブイメージ 1 1 に対応する。こうして得られたエッジヒストグラム E_{ij} を特徴量とする。

【非特許文献 1】ETRI Journal, Volume 24, Number 1, February 2002(“ Efficient Use of MPEG-7 Edge Histogram Descriptor ” CheeSun Won et al.)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、文献 1 で示されるエッジ抽出方法は、Sobel フィルタなどを用いたエッジ抽出方法に比べて、計算コストが小さいという利点があるものの、エッジ特徴を十分に得ることができない場合がある。特に顕著に表れる例として 2 値画像の線画を対象とした画像検索に適用した場合について説明する。

【 0 0 0 7 】

図 1 4 (a) に、等間隔の線 2 1 を 4 本と、幅 2 d の 4 つのイメージブロックをそれぞれ 4 分割した計 1 6 領域とを重ねて示す。2 値画像の線画では、線 2 1 に対応した領域で表現されているように、特定の濃度領域を表現するために、直線を等間隔で並べたハッチングが用いられることが多い。このようなハッチングの領域に対して、イメージブロック 1 2 のサイズとハッチングの線 2 1 の間隔との関係によって、ハッチングが抽出できなくなる場合がある。例えば、図 1 4 の (a) に示したように、イメージブロック 1 2 のサイズと線 2 1 の間隔が同期した場合を考える。イメージブロック 1 2 のサイズ (幅および高さ) を 2 d、線 2 1 の太さ (幅) を b、線 2 1 と線 2 1 の間の隙間を g として、これらが例えば以下の (2) 式の関係にあるとき、式 (1) において、 $a(n)$ の値がすべて同じ値になる。このため、 m_v の値は 0 になり、明らかにくっきりと縦線が存在しているにもかかわらず、縦線が検出できなくなる。

$$d = b + g \quad \dots (2)$$

【 0 0 0 8 】

エッジヒストグラムを用いた画像検索を行う場合、データベースに格納されている画像のエッジヒストグラムと、クエリで与える画像のエッジヒストグラムが類似していれば検索ができる。従って、図 1 4 の (a) のように線 2 1 が存在していても常にエッジを検出できないのであれば、データベースとクエリとでエッジヒストグラムの特徴量が類似する

。しかしながら、図 14 の (b) のように、イメージブロック 12 のサイズと線 21 の間隔の同期が少しずれている場合は、そのずれ具合によって、エッジが検出できたりできなかったりする場合がある。例えば、図 14 の (b) のような関係でイメージブロック 12 とハッチングの線 21 が配置された場合を考える。また、イメージブロック 12 のサイズ (幅および高さ) を $2d$ 、イメージブロック 12 の左端から線 21 の左端のずれを a 、線 21 の太さを b 、線 21 間の隙間を g 、線 21 の輝度を 0、紙白の輝度を 255 とすると、式 (1) の値は、以下のようになる。

【0009】

$$a(0) = a(2) = (d - (b - a) \times 255) / d$$

$$a(1) = a(3) = ((d - b) \times 255) / d$$

$$m_v = (a \times 255) / d \quad \dots (3)$$

したがって、イメージブロックのサイズがクエリの画像とデータベースの画像とで同じであるとすると、 m_v の値は、 a の値によって、閾値 A より大きくなったり小さくなったりして、エッジが検出できたりできなかったりする。

【0010】

このような状態は、ハッチングの線 21 が長ければ、線 21 の方向に沿って広がっていき、線 21 の太さや間隔等の条件によっては、線 21 の鉛直方向に広がっていく。ハッチングは、広い領域に適用される場合もあり、このような場合は、人間にとっては非常に似通った画像であっても、エッジヒストグラムの特徴量は大きく異なることにつながり、結果的に、類似する画像が検索できないという不具合が発生する。

【0011】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、より正確に画像のエッジ特徴量を算出可能な画像処理装置及び方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の目的を達成するための本発明の一態様による画像処理装置は以下の構成を備える。即ち、

画像を複数のイメージブロックへ分割する分割手段と、

前記分割手段で得られたイメージブロックを分割して 2 次元に配列された所定数の区画を取得する取得手段と、

前記取得手段で取得した前記所定数の前記区画の輝度情報に基づいて前記イメージブロックの画像のエッジ方向を判定する第 1 判定手段と、

前記第 1 判定手段でエッジ方向を判定できなかった場合に、前記イメージブロックにおける区画の生成の仕方を変更することにより、前記所定数の変更された区画を生成する生成手段と、

前記生成手段で生成した前記所定数の前記変更された区画の輝度情報に基づいてエッジ方向を判定し、該判定したエッジ方向を前記イメージブロックの画像のエッジ方向とする第 2 判定手段と、

前記第 1 判定手段または前記第 2 判定手段の判定結果にしたがって前記イメージブロックのエッジ方向を決定する決定手段とを備える。

【0013】

また、上記の目的を達成するための本発明の他の態様による画像処理装置の制御方法は、

分割手段が、画像を複数のイメージブロックへ分割する分割工程と、

取得手段が、前記分割工程で得られたイメージブロックを分割して 2 次元的に配列された所定数の区画を取得する取得工程と、

第 1 判定手段が、前記取得工程で取得した前記所定数の前記区画の輝度情報に基づいて前記イメージブロックの画像のエッジ方向を判定する第 1 判定工程と、

生成手段が、前記第 1 判定工程でエッジ方向を判定できなかった場合に、前記イメージブロックにおける区画の生成の仕方を変更することにより、前記所定数の変更された区画

10

20

30

40

50

を生成する生成工程と、

第2判定手段が、前記生成工程で生成した前記所定数の前記変更された区画の輝度情報に基づいてエッジ方向を判定し、該判定したエッジ方向を前記イメージブロックの画像のエッジ方向とする第2判定工程と、

決定手段が、前記第1判定工程または前記第2判定工程の判定結果にしたがって前記イメージブロックのエッジ方向を決定する決定工程とを有する。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、より正確に画像のエッジ特徴量を算出することができる。また、本発明によれば、イメージブロックを単位としたエッジ方向判定を行なうので、Sobelフィルタなどを用いる手法に比べて高速である。即ち、本発明によれば、高速、且つ、画像検索などに用いるのに十分なエッジ特徴を得ることが可能な画像処理装置及び方法が提供され得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。以下の実施形態では、画像のエッジ抽出方法を、エッジヒストグラムを特徴量とした画像検索に応用した例で説明する。

【0016】

図1は、本実施形態における画像処理装置100の制御構成を示すブロック図である。図1において、101はCPUであり、本実施形態の画像処理装置100における各種制御を実行する。102はROMであり、本装置の立ち上げ時に実行されるブートプログラムや各種データを格納する。103はRAMであり、CPU101が処理するためのコンピュータプログラムを格納するとともに、CPU101が各種制御を実行する際の作業領域を提供する。104はキーボード、105はマウスであり、ユーザによる各種入力操作環境を提供する。

【0017】

106は外部記憶装置であり、ハードディスクやフロッピー（登録商標）ディスク、光ディスク、磁気ディスク、光磁気ディスク、磁気テープ、不揮発性のメモリカード等で構成される。107は表示器であり、ディスプレイなどで構成され、結果等をユーザに対して表示する。108はネットワークインターフェースであり、ネットワーク上の各機器との通信を可能とする。109はIEEE1394、USBなどのインターフェースであり、スキャナ111やデジタルカメラ112などの機器と通信を行う。110はシステムバスであり、上述した各構成を通信可能に接続する。

【0018】

なお、上記の構成において外部記憶装置106、スキャナ111、デジタルカメラ112はネットワーク上に配置されたもので代用されてもよい。

【0019】

図2は、本実施形態の画像処理装置100によるエッジ抽出及び特徴量算出処理に関する機能構成を示すブロック図である。

【0020】

図2において、201は画像入力部であり、スキャナ111やデジタルカメラ112などの機器で取得した画像をインターフェース109を介して、或いは、インターネット上やLAN上に存在する画像をネットワークインターフェース108を介して入力する。202は前処理部であり、入力された画像に対して必要な前処理を行う。203はエッジ抽出部であり、前処理部202による前処理後の画像に対してエッジ抽出処理を行う。204はヒストグラム生成部であり、エッジ抽出部203によるエッジ抽出結果に基づいてエッジ方向の出現頻度を表すエッジヒストグラムを生成する。205は画像データベースであり、入力された画像とエッジヒストグラムを関連付けて記憶・管理する。206は画像間距離算出部であり、検索時に画像データベース205中の画像のエッジヒストグラムと

、検索元として入力された画像のエッジヒストグラムを算出する。207は表示部であり、画像間距離算出部206による距離の算出結果に基づいて、ユーザに対して検索結果の画像の表示を行う。上述した各部はCPU101がROM102に格納されたコンピュータプログラム或は外部記憶装置106からRAM103にロードされたコンピュータプログラムを実行することにより実現される。

【0021】

[登録処理]

まず、画像処理装置100への画像の登録処理について、図3のフローチャートを用いて説明する。

【0022】

まず、ステップS301において、画像入力部201は、ネットワークインターフェース108やインターフェース109を介して登録対象の画像を入力する。次に、ステップS302において前処理部202は、入力画像がカラーかグレースケールかを判定する。入力画像がカラーの場合は、ステップS203において、前処理部202は、当該入力画像をグレースケールに変換する。尚、カラーかグレースケールかの判定は、デジタルカメラ112から画像を取得した場合などでは、画像のデータフォーマットを解析し、そのヘッダ情報を参照することで判定できる。また、スキャナ111から画像を取得した場合などでは、ユーザによって設定されたスキャン条件から判定できる。又、ステップS303におけるカラーからグレースケールへの変換は、例えば以下の(4)式により、カラー画像データの各画素のR(赤)、G(緑)、B(青)の値をグレースケールの信号(Y)へ変換することにより行われる。

【0023】

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad \dots (4)$$

次に、ステップS304においてエッジ抽出部203は、入力画像に対してエッジの抽出を行う。エッジ抽出の処理の詳細は後述する。次に、ステップS305においてエッジヒストグラム生成部204は、ステップS305で抽出されたエッジを集計し、図12、図13により上述したようにエッジヒストグラムEijを生成する。次に、ステップS306においてエッジヒストグラム生成部204は、生成したエッジヒストグラムEijをインデックスとして画像と関連付けて画像データベース205に記憶する。

【0024】

図4は、エッジヒストグラムによるインデックスの例である。画像ID401は、登録される画像にふられたID(識別子)である。エッジヒストグラム402は、対応する画像のエッジヒストグラムEijである。画像ファイルへのパス403は、登録された画像ファイルへのパス情報であり、これを参照することで、画像データの本体を読み出すことができる。

【0025】

[エッジ抽出処理]

エッジ抽出処理の詳細について、図5のフローチャートを用いて説明する。

【0026】

まず、ステップS501において、エッジ抽出部203は、入力画像をイメージブロックに分割する。これは、図12により上述したように、4×4のサブイメージ11中に所定数に近い数の正方形のイメージブロック12を確保するように分割することである。ここで「所定数」は特に限定されるものではないが、後にイメージブロックに対して2×2のフィルタ処理を施すことになるので、正方形の一辺は、2画素以上であり、かつ、偶数でなければならない。すなわち、ステップS501において、画像が当該画像の部分領域である複数のイメージブロックへ分割される。本願では、このステップS501で得られた複数のイメージブロックを第1のイメージブロックと称する。複数の第1のイメージブロックの各々からは、イメージブロックの画像のエッジ方向を判定するフィルタに対応した複数の区画が取得される。

【0027】

次に、ステップS 5 0 2において、イメージブロックを一つずつ順番に取り出す。全てのイメージブロックについて処理を終えた場合は、ステップS 5 0 3から本エッジ抽出処理を終了する。未処理のイメージブロックが取り出された場合は、ステップS 5 0 3からステップS 5 0 4へ処理が進む。

【 0 0 2 8 】

ステップS 5 0 4において、上記取得された複数の区画とフィルタに基づいて第1のイメージブロックの画像のエッジ方向が判定される（第1判定処理）。すなわち、対象のイメージブロックに対して、図13に示した4つの方向と無方向のフィルタを掛け、それぞれのエッジ強度（ m_v 、 m_h 、 m_{d45} 、 m_{d135} 、 m_{nd} ）を求める。そして、求めたエッジ強度のうちの最大のエッジ強度に閾値A以上であれば、そのエッジ強度に対応する方向を当該イメージブロック12の方向として決定し、方向とエッジ強度をRAM 1 0 3に一時保存する。一方、最大のエッジ強度が閾値A未満であれば、エッジの方向は決定できないままである。このとき、当該イメージブロック12の平均輝度をRAM 1 0 3に一時保存しておく。（1）式に示したように、エッジ強度を求める際に、イメージブロックの4分割された各小領域の平均輝度（ $a(0) \sim a(3)$ ）を求めてあるので、イメージブロック12の平均輝度は少ない処理コストで求めることができる。

10

【 0 0 2 9 】

ステップS 5 0 4においてエッジの方向が決定できた場合は、ステップS 5 0 5からステップS 5 0 2に戻る。一方、ステップS 5 0 4においてエッジの方向が決定できなかった場合は、ステップS 5 0 5からステップS 5 0 6へ進む。

20

【 0 0 3 0 】

ステップS 5 0 6において、エッジ抽出部2 0 3は、処理対象のイメージブロック12に対して、エッジの抽出漏れが発生したかどうかを判定する。エッジ抽出漏れの判定は図6の参照により後述する。ステップS 5 0 6において抽出漏れが発生していると判定された場合、処理はステップS 5 0 7へ進む。ステップS 5 0 7において、エッジ抽出部2 0 3は、対象のイメージブロック12のエッジの方向を補正処理によって決定しなおす（方向決定補正処理）。なお、このステップS 5 0 7においてなされるエッジ方向の判定を、上記第1判定処理に対して第2判定処理ともいう。また、ステップS 5 0 6による判定処理は、第1判定手段でエッジ方向を判定できなかった場合に、第1のイメージブロックの輝度分布等に基づいて、イメージブロックにおけるエッジの存在の可能性を判定する第3判定処理であり、第3判定処理ともいう。そして、処理はステップS 5 0 2に戻る。この補正処理の詳細は、図8の参照により後述する。尚、ステップS 5 0 6においてエッジの抽出漏れは発生していないと判定された場合には、処理はそのままステップS 5 0 2へ戻る。

30

【 0 0 3 1 】

続いて、ステップS 5 0 6によるエッジ抽出漏れの判定処理の詳細を、図6のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 3 2 】

ステップS 6 0 1において、エッジ抽出部2 0 3は、処理対象のイメージブロック12の平均輝度値が所定の値よりも大きいかどうかを判定する。本発明が解決しようとしている課題は、主に線画において発生し、線画の背景が白地である場合が多く、また、線画では、線分が存在しないイメージブロックも多数存在する可能性が高い。そこで、本実施形態では、処理対象のイメージブロックの平均輝度が所定の値よりも大きければ、線分が存在しない、或は、エッジが少ないイメージブロックであると判断する。即ち、平均輝度が所定の値よりも大きければ、エッジの抽出漏れはないとして本処理を終了する。これにより、線分が少ないイメージブロックに不必要な補正処理を行ってしまうことを防止でき、エッジ抽出処理の高速化を図ることができる。一方、ステップS 6 0 1においてイメージブロック12の平均輝度値が所定の値以下の場合はステップS 6 0 2へ進む。

40

【 0 0 3 3 】

ステップS 6 0 2において、エッジ抽出部2 0 3は、複数の当該イメージブロック12

50

に線分が存在しているかどうかを判定するために、複数の当該イメージブロック 12 に関して輝度ヒストグラムを生成する。この輝度ヒストグラムの生成では、ステップ S 504 で求めた当該イメージブロック 12 の平均輝度が用いられる。ヒストグラムの生成について以下により詳細に説明する。

【0034】

イメージブロック 12 の輝度ヒストグラムは、線分が存在しない場合には、一様な図 7 の (a) に示されるような分布を取ると思われる。しかしながら、図 14 に示したようにイメージブロック 12 内に線分が存在する場合には、図 7 の (b) に示されるように、平均輝度の度数よりも平均輝度の両側の極大値の度数の方が大きくなる。線の太さによりどちらかの山が高くなることもある。したがって、本実施形態では、図 7 の (c) に示されるように、ピン数を 3 とし、ピンの境界を平均輝度から所定の値 W を引いた値と、平均輝度に所定の値 W を加えた値として輝度ヒストグラムを生成する。このような輝度ヒストグラムによれば、図 7 の (a) と (b) の違いを容易に判定できるようになる。

【0035】

ステップ S 603 において、エッジ抽出部 203 は、ステップ S 602 で生成した輝度ヒストグラムを用いてエッジの抽出漏れが発生したかどうかを判定する。本実施形態では、エッジ抽出部 203 は、平均輝度に対応したピンの度数の値が、他の 2 つのピンのどちらの値よりも所定の値 Z 以上に小さければ抽出漏れが発生したと判断し、そうでなければ、抽出漏れは発生していないと判断する。このように、エッジの抽出漏れが発生しているかどうかを、ステップ S 507 の補正処理を行う前に行うことにより、エッジ漏れの発生していないイメージブロックに対して補正処理が実行されてしまうことを防止できる。後述のように、ステップ S 507 の補正処理はイメージブロックのサイズを変えて何度もエッジの方向決定処理を試みるため、無駄な補正処理を省くことは、処理速度の向上に著しく貢献する。

【0036】

続いて、ステップ S 507 による補正処理の詳細を、図 8 のフローチャートを用いて説明する。補正処理では、上記第 1 のイメージブロックについて取得された複数の区画とは大きさが異なる複数の区画から構成される第 2 のイメージブロックが生成され、これら複数の区画とフィルタに基づいて第 2 のイメージブロックの画像のエッジ方向が判定される。

【0037】

ステップ S 801 において、エッジ抽出部 203 は、対象のイメージブロック 12 に対して、当該イメージブロック 12 の高さと幅を 2 画素ずつ減らしていく。こうして、ステップ S 501 で取得された複数の区画とは大きさが異なる複数の区画が取得されることになる。図 15 を見れば明らかなように、イメージブロックの大きさを徐々に小さくしていけば、ハッチングに対してエッジが抽出できていない場合でも、いつかはエッジが抽出できるようになる。例えば、図 15 の (a) に示されるように線 21 とイメージブロック 12 が配置されていると、上下左右の区画に平均輝度値の差が発生しないのでエッジは検出されない。図 15 の (b) に示されるように、元のイメージブロック 12 から縦横 2 画素を減少させても、上下左右の区画に平均輝度値の差は生じない。これに対して、図 15 の (c) に示されるように、元のイメージブロック 12 の大きさを縦横 4 画素ずつ減少させると、左右の区画で平均輝度値に差が生じ、縦方向のエッジが検出されることになる。

【0038】

次に、ステップ S 802 において、エッジ抽出部 203 は、イメージブロックのサイズに応じて分岐する。処理時のイメージブロックのサイズが、初めのイメージブロックのサイズより所定の割合以下になったかどうかで分岐する。例えば、イメージブロックのサイズが元のサイズの 2 分の 1 よりも小さくなれば、エッジは抽出できなかったものとして、RAM 103 にエッジがないということを一時保存し処理を終了する。イメージブロックのサイズが元のサイズの 2 分の 1 以上であれば処理はステップ S 803 へ進む。

【0039】

ステップS 8 0 3において、エッジ抽出部2 0 3は、エッジの方向を決定する（第2判定処理。この処理はステップS 5 0 4と同じ処理である。そして、ステップS 8 0 4において、エッジ抽出部2 0 3は、ステップS 8 0 3においてエッジの方向が決定できたかどうかを判定する。エッジの方向が決定できていない場合は、処理はステップS 8 0 1へ戻り、決定できていれば、処理は終了する。以上のようにして、イメージブロックのサイズを徐々に縮小してエッジの方向を決定することによって、ハッチングなどに対してステップS 5 0 4で決定できなかったエッジの方向を決定して補正することができる。

【0 0 4 0】

尚、上記の処理では、ステップS 5 0 6の第3判定処理で抽出漏れありと判定された場合にのみステップS 5 0 7の方向決定処理が行われるが、これに限られるものではない。例えば、ステップS 5 0 6の判定を行わずに、ステップS 5 0 7の方向決定補正処理を必ず実行するようにしてもよい。この場合、例えば、イメージブロックのサイズを変更することにより得られた複数種類のエッジ方向判定結果から、最もエッジ強度の強いエッジ方向判定結果を採用する。以上のように、本実施形態によれば、第1判定処理と第2判定処理の少なくともいずれかによって判定されたエッジ方向に基づいて画像に含まれる部分領域のエッジ方向が決定される。

【0 0 4 1】

[検索処理]

画像処理装置1 0 0による検索処理について、図9のフローチャートを用いて説明する。

【0 0 4 2】

まず、ステップS 9 0 1～S 9 0 5において、画像入力部2 0 1により検索元画像を入力し、前処理部2 0 2、エッジ抽出部2 0 3、エッジヒストグラム生成部2 0 4によりエッジヒストグラムを生成する。ここまでの処理は、図3の登録処理におけるステップS 3 0 1～ステップS 3 0 5と同じである。

【0 0 4 3】

次に、ステップS 9 0 6において、画像間距離算出部2 0 6は、画像データベース2 0 5内の各画像のエッジヒストグラムを順に読み出し、検索元画像のエッジヒストグラムとの距離を算出する。具体的には、例えば、エッジヒストグラムE_{ij}の各ピンの差分の絶対値の総和を算出する。算出された距離が小さいほど両画像が類似していることになり、最も距離が小さいものが第1候補となる。このように算出された距離と検索元画像のIDのリストをRAM 1 0 3に一時保存する。

【0 0 4 4】

次に、ステップS 9 0 7において画像間距離算出部2 0 6は、ステップS 9 0 7で取得したリストを距離の昇順にソートした後、順に画像IDからインデックスを参照して画像を画像データベース2 0 5より読み出し、縮小してサムネイル画像とする。

【0 0 4 5】

次に、ステップS 9 0 8において、表示部2 0 7は検索結果を表示する。より具体的には、表示部2 0 7は、ステップS 9 0 7で取得されたサムネイル画像を距離と共にマトリックス上に並べて表示する。例えば、第1候補から順に列の左から右へ、上の列から下の列へ並べて表示する。ユーザはこれにより所望の画像が得られたかを確認することができる。

【0 0 4 6】

[他の実施形態]

上記実施形態においては、画像検索に用いられる特徴量として文献1に記載されているエッジヒストグラムを使用した。もちろん、これに限定されるものではない。例えば、無方向フィルタを用いず、方向フィルタのみを用いるようにしてもよい。また、式(1)では、エッジの向きの違いは考慮していない（絶対値をとっている）が、式(1)においてプラスの値とマイナスの値を別々に扱うようにして、向きの違いを考慮するようにしてもよい。また、方向フィルタを5つ以上用いてもよい。例えば、図13に示した(a)～

10

20

30

40

50

(d)の方向フィルタに、22.5度、67.5度、112.5度、157.5度を加えた8つの方向フィルタを用いてもよい。

【0047】

また、上記実施形態では、エッジの抽出漏れが発生し、エッジの方向決定を補正するために、ステップS901に示したように、イメージブロックのサイズを縮小して補正していたが、これに限られるものではない。例えば、イメージブロックのサイズを拡大して補正を行うようにしてもよく、このような手法でもハッチングなどに対してエッジが抽出できるようになる。また、イメージブロックのサイズを変えるのではなく、図10に示すように、イメージブロック中の区画のサイズを変えるようにしてもよい。すなわち、図10に示されるように、d2の値を小さくし、d1の値を大きくするといったように、分割の比率を変更することにより、イメージブロック12内の区画の形状が変更される。このように区画の形状を変更して上記フィルタによるエッジ方向検出を行なうことにより、ハッチングなどに関連したエッジを抽出できるようになる。即ち、上記実施形態によれば、イメージブロックから取得される複数の区画の画素構成を異ならせて変更された複数の区画を取得し、新たな複数の区画についてフィルタによるエッジ方向検出を行なうことにより、線分の抽出漏れが防止されるのである。

【0048】

また、上記実施形態では、エッジ抽出漏れと判定されたイメージブロックに対してエッジ方向決定の補正を行っていたが、複数種類のイメージブロックで複数のエッジヒストグラムを生成し、度数の大きいエッジヒストグラムを採用するようにしてもよい。例えば、最初のイメージブロックのサイズでエッジヒストグラムを生成した後、イメージブロックのサイズを段階的に小さくしていった、エッジヒストグラムを再生成する。こうして得られた複数のエッジヒストグラムの中から、サブイメージに対する各方向の度数の大きいほうを採用する。尚、異なるサイズのイメージブロック（即ち、異なる個数のサブイメージ内のイメージブロック）に対するエッジヒストグラムの度数を比較する場合、当然のことながら、度数はイメージブロックの個数で正規化を行っておく必要がある。

【0049】

図11は、上記複数のエッジヒストグラムを生成する場合の処理を説明するフローチャートである。エッジ抽出部203は、ステップS1101において、初期のイメージブロックサイズを設定する。ステップS1102において、エッジ抽出部203は、設定されたブロックサイズのイメージブロックへ入力画像を分割する。ステップS1102～S1105は図5ステップS501～S504と同様である。ステップS1104で全てのイメージブロックについて処理を終えたと判定されると、処理はステップS1106へ進む。ステップS1106においてエッジ抽出部203は、イメージブロックのブロックサイズを変更する。例えば、縦横に2画素ずつ小さいイメージブロックのサイズを設定する。予め用意した全てのブロックサイズについて処理を終えている場合は、ステップS1107から本処理を終了する。未処理のブロックサイズがあれば、処理をステップS1102に戻し、当該変更されたブロックサイズのイメージブロックへ分割してエッジ方向の決定を行う。ステップS305では、こうして、複数のイメージブロックのサイズに対応したエッジ抽出結果から度数の大きいエッジヒストグラムが選択され、当該入力画像のエッジヒストグラムとして採用される。

【0050】

また、上記実施形態では、ステップS601に示すように、イメージブロックの平均輝度が大きい場合にエッジの抽出漏れ無しと判定していたが、イメージブロックの平均輝度が所定閾値よりも小さい場合にもエッジの抽出漏れ無しと判定するようにしてもよい。また、上記実施形態では、ステップS602に示したように、イメージブロックの平均を中心とした輝度ヒストグラムを用いてエッジの抽出漏れを判定していたがこれに限られるものではない。例えば、イメージブロック内の輝度の分散を求めて、分散が所定の値よりも大きければエッジの抽出漏れありと判定するようにしてもよい。即ち、イメージブロック内の輝度分布（輝度ヒストグラムや輝度の分散）に基づいてエッジの存在の可能性が判定

10

20

30

40

50

される。

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、上記実施形態によれば、Sobelフィルタなどを用いる手法に比べて高速であり、かつ、ハッチング等に対してエッジの抽出漏れを回避したエッジ抽出が可能となり、エッジ特徴を利用した画像検索の高精度化を図ることができる。

【 0 0 5 2 】

以上、実施形態を詳述したが、本発明は、例えば、システム、装置、方法、プログラムもしくは記憶媒体等としての実施態様をとることが可能である。具体的には、複数の機器から構成されるシステムに適用しても良いし、また、一つの機器からなる装置に適用しても良い。

10

【 0 0 5 3 】

尚、本発明は、ソフトウェアのプログラムをシステム或いは装置に直接或いは遠隔から供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによって前述した実施形態の機能が達成される場合を含む。この場合、供給されるプログラムは実施形態で図に示したフローチャートに対応したプログラムである。

【 0 0 5 4 】

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、本発明は、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含まれる。

20

【 0 0 5 5 】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等の形態であっても良い。

【 0 0 5 6 】

プログラムを供給するためのコンピュータ可読記憶媒体としては以下が挙げられる。例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVD（DVD-ROM、DVD-R）などである。

【 0 0 5 7 】

その他、プログラムの供給方法としては、クライアントコンピュータのブラウザを用いてインターネットのホームページに接続し、該ホームページから本発明のコンピュータプログラムをハードディスク等の記録媒体にダウンロードすることが挙げられる。この場合、ダウンロードされるプログラムは、圧縮され自動インストール機能を含むファイルであってもよい。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明に含まれるものである。

30

【 0 0 5 8 】

また、本発明のプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布するという形態をとることもできる。この場合、所定の条件をクリアしたユーザに、インターネットを介してホームページから暗号を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報を使用して暗号化されたプログラムを実行し、プログラムをコンピュータにインストールさせるようにもできる。

40

【 0 0 5 9 】

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現される他、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどとの協働で実施形態の機能が実現されてもよい。この場合、OSなどが、実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される。

50

【 0 0 6 0 】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれて前述の実施形態の機能の一部或いは全てが実現されてもよい。この場合、機能拡張ボードや機能拡張ユニットにプログラムが書き込まれた後、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行なう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 1 】

【図 1】実施形態による画像処理装置の構成例を示すブロック図である。

10

【図 2】実施形態による画像処理装置の機能構成例を示すブロック図である。

【図 3】実施形態による登録処理を示すフローチャートである。

【図 4】実施形態における、エッジヒストグラムによるインデックスのデータ構成例を示す図である。

【図 5】実施形態によるエッジ抽出処理を示すフローチャートである。

【図 6】実施形態によるエッジ抽出漏れの判定処理を示すフローチャートである。

【図 7】実施形態によるイメージブロックの輝度ヒストグラムの例を示す図である。

【図 8】実施形態によるエッジ方向の補正処理を示すフローチャートである。

【図 9】実施形態による検索処理を示すフローチャートである。

【図 10】イメージブロックの区画のサイズ変更の例を示す図である。

20

【図 11】実施形態によるエッジ抽出処理の変形例を示すフローチャートである。

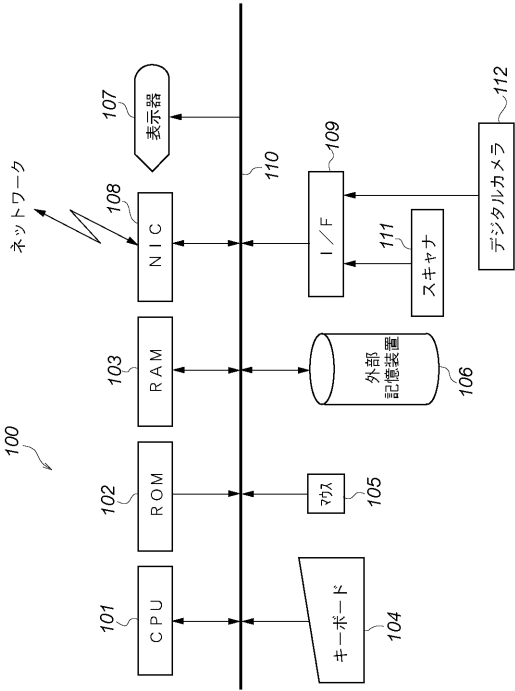
【図 12】画像におけるサブイメージとイメージブロック及び区画の関係を表した図である。

【図 13】エッジの型と抽出フィルタの例を示した図である。

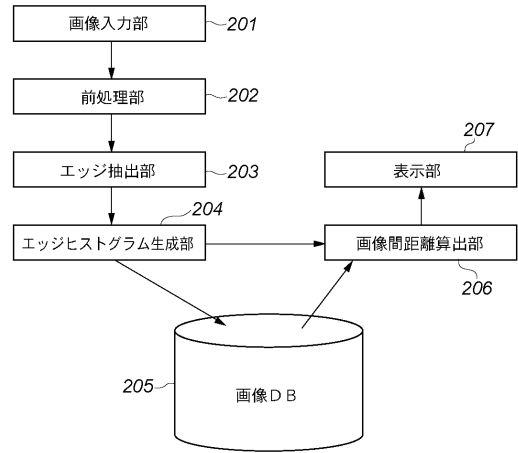
【図 14】従来のエッジ抽出方法の課題を説明する図である。

【図 15】イメージブロックの縮小を説明する図である。

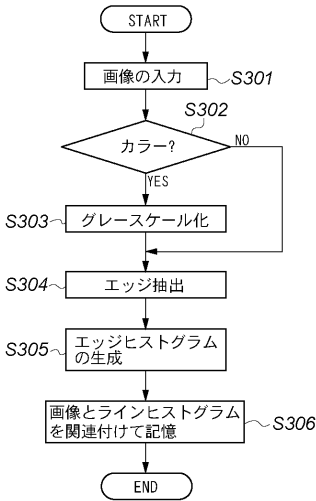
【図 1】



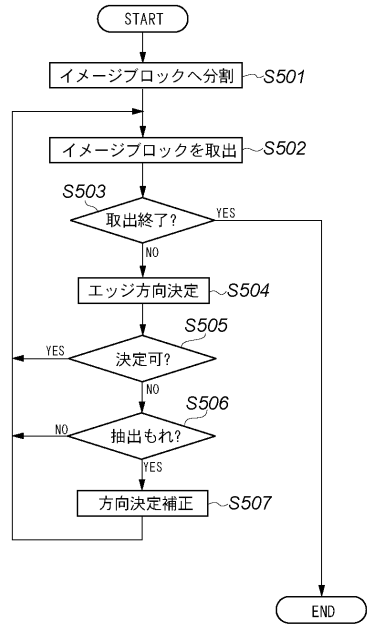
【図 2】



【図 3】



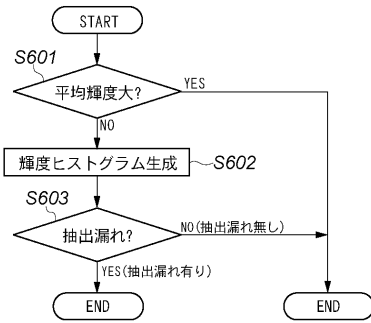
【図 5】



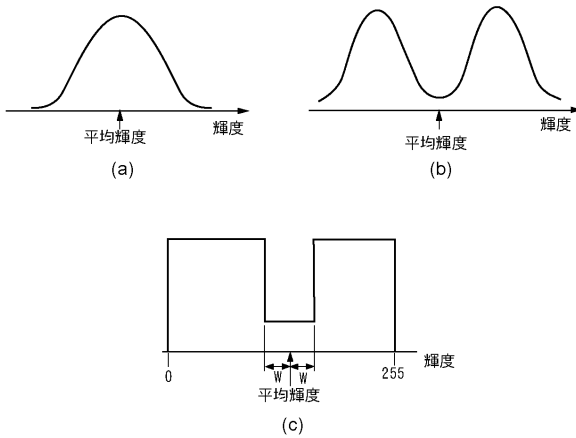
【図 4】

401 画像ID	402 エッジヒストグラム	403 画像ファイルへのパス
1	EiJ	c:\picture\dog.bmp
2	EiJ	c:\picture\cat.bmp
:	:	:

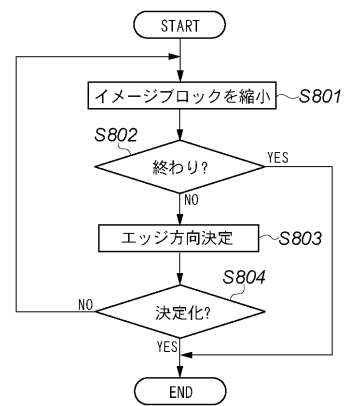
【図 6】



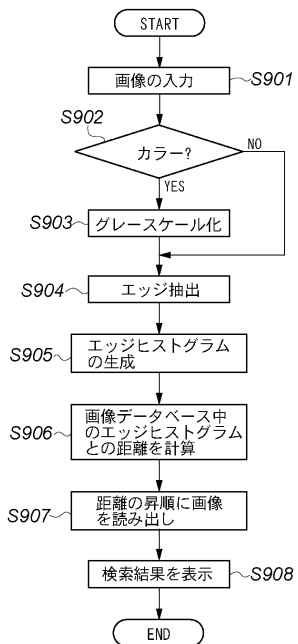
【図 7】



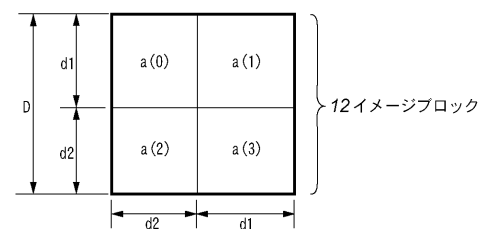
【図 8】



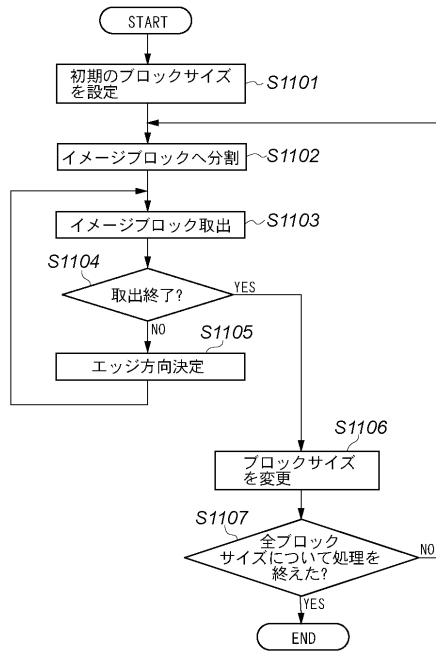
【図 9】



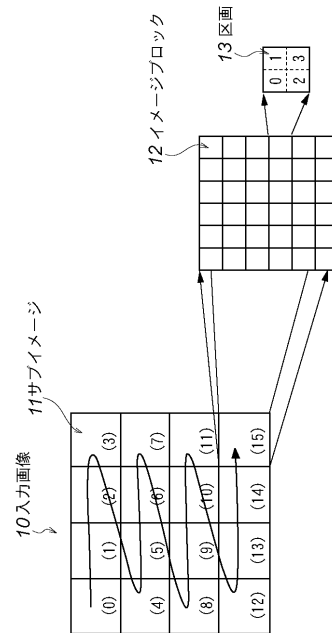
【図 10】



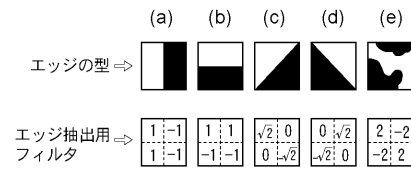
【図 1 1】



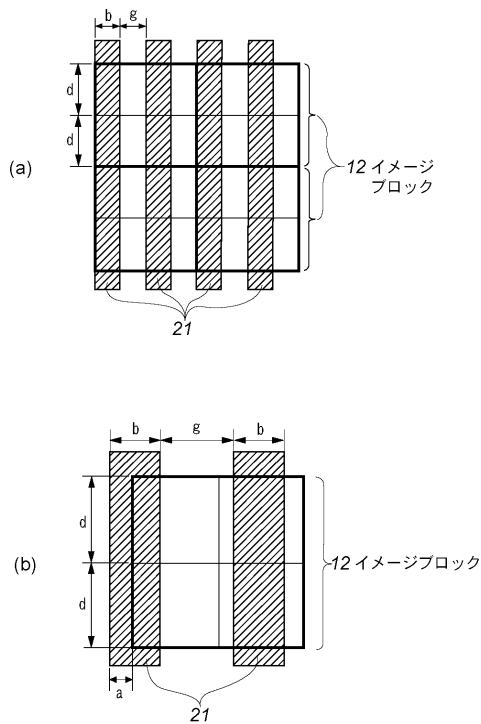
【図 1 2】



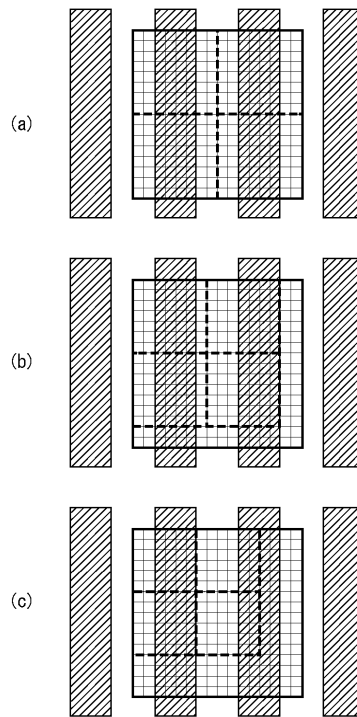
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

審査官 松永 稔

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 9 5 8 1 7 (J P , A)
特開昭 6 3 - 1 8 0 1 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 7 4 1 5 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T	7 / 6 0
G 0 6 F	1 7 / 3 0
G 0 6 T	1 / 0 0
H 0 4 N	5 / 2 3 2